

Express No. EV 377 492 931 US

Inventor: Shigetaka HAGA

Title: ELECTRON BOMBARDMENT
HEATING APPARATUS AND
TEMPERATURE CONTROLLING
APPARATUS AND CONTROL
METHOD THEREOF

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 5 月 9 日

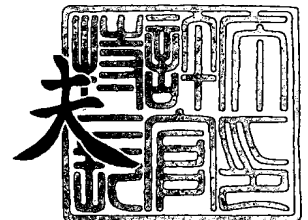
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 3 1 3 2 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 3 1 3 2 2]

出 願 人
Applicant(s): 助川電気工業株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 1 4 9 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 0030013-02

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 1/00
H05B 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市滑川本町 3 丁目 1 9 番 5 号 助川電気工業株式会社内

【氏名】 芳賀 重崇

【特許出願人】

【識別番号】 000183945

【氏名又は名称】 助川電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081927

【弁理士】

【氏名又は名称】 北條 和由

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717447

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】

【特許請求の範囲】 電子衝撃加熱器の温度制御装置と温度制御方法

【請求項 1】 フィラメント（9）で発生した熱電子を加速して加熱プレート（2）に衝突させて加熱プレート（2）を発熱させる電子衝撃加熱器の加熱プレート（2）の発熱温度を制御する装置であって、フィラメント（9）に供給するフィラメント電力を制御する電力調整器（16）と、フィラメント（9）と加熱プレート（2）との間に流れるエミッション電流を測定し、そのエミッション電流の測定値を制御信号として前記電力調整器（16）に出力するエミッション電流調節計（17）と、加熱プレート（2）の温度を測定し、その温度測定値を制御信号として前記電力調整器（16）に出力する温度調節計（18）とを有し、エミッション電流調節計（17）と温度調節計（18）とは、切替器（19）により、電力調整器（16）との接続が択一的に切り替えられることを特徴とする電子衝撃加熱器の温度制御装置。

【請求項 2】 切替器（19）は、前記温度調節計（18）により測定される加熱プレート（2）の温度測定値が予め設定された設定温度に達したことにより切り替えられることを特徴とする請求項 1 に記載の電子衝撃加熱器の温度制御装置。

【請求項 3】 フィラメント（9）で発生した熱電子を加速して加熱プレート（2）に衝突させて加熱プレート（2）を発熱させる電子衝撃型加熱器の加熱プレート（2）の発熱温度を制御する方法において、フィラメント（9）に供給するフィラメント電力を制御する電力調整器（16）を備え、加熱プレート（2）の昇温時は、エミッション電流調節計（17）によりフィラメント（9）と加熱プレート（2）との間に流れるエミッション電流を測定しながら、前記電力調整器（16）によりエミッション電流が予め設定された値になるよう制御し、加熱プレート（2）が設定温度に達した後は、温度調節計（18）により加熱プレート（2）の温度を測定しながら、前記電力調整器（16）により加熱プレート（2）の温度を予め設定された温度に制御することを特徴とする電子衝撃加熱器の温度制御方法。

【請求項 4】 エミッション電流調節計（17）と温度調節計（18）との切替は、温度調節計（18）により測定される加熱プレート（2）の温度測定値が予め設定された設定温度に達したときに切替器（19）により切り替えられることを特徴とする請求項 3 に記載の電子衝撃加熱器の温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハ等の加熱物を高温に加熱する加熱装置に関し、特に加速した電子を加熱プレートに衝突させて加熱プレートを発熱させる形式の電子衝撃加熱器において、加熱プレートの昇温時と所定の設定温度に達した後の定常温度維持の時の温度制御方式を別方式とし、安定した昇温と定常温度の維持の双方を可能とした電子衝撃加熱器の温度制御装置に関する。

【0002】

【発明の属する技術分野】

半導体ウエハ等の処理プロセスのため、その半導体ウエハ等の板状部材を加熱するための加熱手段として、加速した電子を加熱プレートの背後に衝突させて加熱プレートを発熱させる形式の電子衝撃加熱器が使用されている。この電子衝撃加熱器では、フィラメントに通電することにより発生した熱電子を高電圧で加速し、この熱電子を加熱プレートの背後に衝突させて、加熱プレートを発熱させる。そしてこの加熱プレートの上に載せた板体を加熱する。

【0003】

半導体ウエハ等の板体の加熱物を所定の温度で正確に加熱するためには、加熱プレートに衝突させる電子のエネルギーを正確に制御しなければならない。半導体ウエハ等の板体のプロセス処理のための加熱では、急峻な温度勾配で昇温し、所定の温度に達した後はその所定の温度を所定の時間正確に維持する必要がある。このような加熱においては、加熱開始後の昇温時に大きなパワーでエネルギーを供給することによって、加熱物を所望の温度勾配で昇温させ、所定の温度設定値に達した時点では、速やかに供給エネルギーを絞って、その温度で失われるエネルギーに見合ったエネルギーのみを供給するように制御し、所定の設定温度を定

常状態に維持しなければならない。

【0004】

従来の電子衝撃加熱器では、特許第2912616号公報に示されたように、加熱プレートの温度制御は、その加熱プレートの温度測定値のみにより行っていた。より具体的には、熱電対等の測温素子を使用して加熱プレートの背後の温度を測定しながら、昇温時には、加熱プレートの温度上昇が毎時一定になるようフィラメントに通電される電流や電圧が制御される。その後、所定の設定温度に達した後は、加熱プレートの温度が定常温度に維持されるようフィラメント電流や電圧が制御される。

【0005】

【発明が解決しようとしている課題】

電子衝撃加熱器は、加熱プレートから離れたフィラメントより放出された熱電子を加熱プレートに衝突させて加熱する方式であるため、シーズヒータを使用した抵抗加熱方式の加熱器のように、加熱プレートそのものがヒータに接していない。すなわち、シーズヒータ等を付属しない熱容量の小さな加熱プレートを直接加熱出来るため、昇温時の温度勾配の立ち上がりが大きく取れる等の点で有利である。

【0006】

この電子衝撃方式の加熱器の温度制御手段は前述のように、温度測定値によって昇温時の温度勾配と定温時の温度維持を図るものである。しかし、昇温時の温度勾配を任意に設定出来る等、温度制御のしやすさと温度制御の正確さの両立を図るためには、別の視点から温度制御の方式を見直す必要がある。

【0007】

本発明は、このような従来の電子衝撃方式の加熱器の温度制御手段における課題に鑑み、温度制御のしやすさと正確な温度制御の両立を図ることが出来る電子衝撃加熱器の温度制御装置と温度制御方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記の目的を達成するため、昇温時の温度制御と定常温度に維持す

る時の温度制御とを別の制御方式により行うようにした。具体的には、昇温時にはエミッション電流を測定しながらフィラメント 9 へ通電する電力を制御して加熱プレート 2 に衝突する電子のエネルギーの総量を一定に制御することで予め設定された温度勾配を維持する。併せて加熱プレート 2 の温度を測定し、その加熱プレート 2 が所定の温度に達した後は、その温度測定値によりフィラメント 9 へ通電する電力を制御し、加熱プレート 2 を予め設定された所定の温度に維持する。

【0009】

このような温度制御方式を実現するための本発明による温度制御装置は、フィラメント 9 に供給するフィラメント電力を制御する電力調整器 16 と、フィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に流れるエミッション電流を測定し、そのエミッション電流の測定値を制御信号として前記電力調整器 16 に出力するエミッション電流調節計 17 と、加熱プレート 2 の温度を測定し、その温度測定値を制御信号として前記電力調整器 16 に出力する温度調節計 18 とを有し、エミッション電流調節計 17 と温度調節計 18 とは、切替器 19 により、電力調整器 16 との接続が択一的に切り替えられるものである。

【0010】

この温度制御装置により加熱プレート 2 の温度を制御する方法は、フィラメント 9 に供給するフィラメント電力を制御する電力調整器 16 を備え、加熱プレート 2 の昇温時は、エミッション電流調節計 17 によりフィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に流れるエミッション電流を測定しながら、前記電力調整器 16 によりエミッション電流が予め設定された所定の値になるように制御する。また、加熱プレート 2 の温度を測定しながら、その測定温度が予め設定された所定の温度に達した後は、温度調節計 18 により加熱プレート 2 の温度を測定しながら、電力調整器 16 により加熱プレート 2 の温度が前記の設定温度になるよう制御するものである。この場合に、切替器 19 は、前記温度調節計 18 により測定される温度測定値が設定温度に達したことにより切り替えられる。

【0011】

このような電子衝撃加熱器の温度制御装置と方法では、フィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に流れるエミッション電流を予め設定し、加熱プレート 2 の昇

温時には、このエミッション電流を測定しながら、エミッション電流調節計 17 により前記電力調整器 16 を制御し、前記エミッション電流が一定になるよう制御する。これにより、加熱プレート 2 に毎時一定の電子衝撃エネルギーを与え、安定して一定の温度勾配を得る。

【0012】

同時に温度調節計 18 で加熱プレート 2 の温度を測定しておき、加熱プレート 2 の温度が所定の温度に達したときは、電力調整器 16 を温度調節計 18 側に切り替え、加熱プレート 2 の温度を電力調整器 16 にフィードバックして温度調整を行う。これにより、所定の温度を正確且つ安定して定常状態に維持することが出来る。

【0013】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的且つ詳細に説明する。

図 1 は、本発明による電子衝撃加熱器とその温度制御装置の一実施形態を示すものである。この図 1 により、まず電子衝撃加熱器の構成について説明する。

図 1 では図示して無いが、ステージ部 6 の上の部分は真空容器の中にあり、加熱プレート 2 の部分は真空雰囲気におかれる。

【0014】

ステージ部 6 の壁には、冷却液通路 7 が形成され、この冷却液通路 7 に水等の冷却液を通すことにより、ステージ部 6 を冷却できる。

このステージ部 6 の上には、シリコンウエハ等の薄形板状の加熱物を載せる平坦な加熱プレート 2 を有する耐熱性の加熱物支持部材 1 が設置され、その内部は同加熱物支持部材 1 により、その外側の空間と気密に仕切られる空間を有する。より具体的には、加熱物支持部材 1 は、上面側が加熱プレート 2 により閉じられ、下面側が開口した円筒形状を有しており、加熱プレート 2 の平坦な上面は、シリコンウエハ等の薄形板状の加熱物より広がっている。加熱物支持部材 1 の下縁部は、ステージ部 6 の上面に当てられて固定されると共に、真空シール材 8 により気密にシールされている。

【0015】

加熱物支持部材 1 はその全体または少なくとも加熱プレート 2 がシリコン含浸シリコンカーバイドやアルミナ、窒化珪素等のセラミックからなる。加熱物支持部材 1 がセラミックのような絶縁体からなる場合は、その加熱プレート 2 の内面をメタライズして導体膜を形成し、この導体膜をステージ部 6 を介して接地する。また、加熱プレート 2 を形成する材料の中に導体材料を含ませて導電性を持たせることによっても同様の目的を達し得る。

【0016】

ステージ部 6 には、排気通路 4 が形成され、この排気通路 4 に接続された真空ポンプ 5 により、加熱物支持部材 1 の内部の空間が排気され、真空にされる。

さらに、この加熱物支持部材 1 の内部には、フィラメント 9 とリフレクタ 3 が設置されている。

【0017】

フィラメント 9 は、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の背後に設けられ、このフィラメント 9 には、絶縁シール端子 20 を介してフィラメント加熱電源 10 が接続されている。このフィラメント加熱電源 10 は、フィラメント 9 側が高圧、電力調整器 16 側が低圧になるように絶縁されている。さらに、このフィラメント 9 と加熱プレート 2 との間には、加熱物支持部材 1 を介して電子加速電源 11 により加速電圧が印加されている。なお加熱プレート 2 は接地され、フィラメント 9 に対して正電位に保持される。

【0018】

リフレクタ 3 は、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 に対しフィラメント 9 の背後側に設けられている。このリフレクタ 3 は、金、銀等の反射率の高い金属、またはモリブデン等の融点の高い金属で形成され、少なくともその加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 に対向した面は、鏡面となっており、輻射熱を反射する。このリフレクタ 3 は、加熱物支持部材 1 とは電氣的に絶縁されるがフィラメント 9 とは略同電位の状態におかれる。このことにより、リフレクタ 3 には電子が飛来せず、電子衝撃による加熱は起こらない。このようなフィラメント 9 は、多重に配置することができる。

【0019】

リフレクタ 3 の中央部には、円筒状の導体からなるシールド 15 が起立しており、このシールド 15 とリフレクタ 3 とは電氣的に導通し、同電位となっている。このシールド 15 の上端側は加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の下面近くに達し、そのシールド 15 の上端部から外側に鍔が延設され、この鍔が加熱プレート 2 の下面と対向している。

【0020】

前記ステージ部 6 の中央部から測温素子としてのシース形の熱電対 12 が垂直に挿入され、この上端側は前記シールド 15 の中に非接触状態で配置される。この熱電対 12 の上端は一对の熱電対線を接合した測温点となっており、この接合点が熱伝導良好な円板状の受熱板 13 に埋め込まれている。この受熱板 13 は、熱電対 12 のシースに固着され、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の下面の近くに非接触状態で対向しているか或いは接触している。熱電対 12 は、ステージ部 6 から真空チャンバの外側に引き出され、図 1 に示すその補償導線が 0 点補償回路を含む温度測定器 14 に接続される。

【0021】

次に、このような電子衝撃加熱器の温度制御装置の構成をやはり図 1 に挿入したブロック図により説明する。

フィラメント 9 に熱電子放出用の電流を供給するフィラメント加熱電源 10 の電力、つまりフィラメント 9 に供給する加熱用の電流と電圧を調整する電力調整器 16 が備えられている。

【0022】

さらにこの電力調整器 16 に制御用の信号を出力するためのエミッション電流調節計 17 と温度調節計 18 とが備えられている。

エミッション電流調節計 17 は、加熱プレート 2 側とフィラメント 9 との間に流れるエミッション電流を所定の値に設定する機能を有する。さらに、このエミッション電流調節計 17 は、エミッション電流を測定しながら、そのエミッション電流が予め設定された値に維持されるように、電力調整器 16 に制御用の信号を出力し、この電力調整器 16 でフィラメント 9 に通電するフィラメント加熱電

源 10 の電流と電圧を調整する。

【0023】

他方、温度調節計 18 は、加熱プレート 2 の定常温度を所定の温度に設定する機能とその定常温度を維持すべき時間を設定する機能を有する。さらに、この温度調節計 18 は、加熱プレート 2 の下面の温度を熱電対 12 とそれに接続された温度測定器 14 により測定しながら、その加熱プレート 2 の温度が予め設定された前記の設定温度に維持されるように、電力調整器 16 に制御用の信号を出力し、この電力調整器 16 でフィラメント 9 に通電するフィラメント加熱電源 10 の電流と電圧を調整する。

【0024】

また、この温度調節計 18 は、リレー等の切替器 19 を動作させる。熱電対 12 により温度測定器 14 で測定される温度が温度調節計 18 で予め設定された定常温度に達する前の昇温時は、エミッション電流調節計 17 が電力調整器 16 に接続されている。その後、温度測定器 14 で測定される温度が温度調節計 18 で予め設定された定常温度に達すると、切替器 19 が切り替わり、温度電流調節計 18 が電力調整器 16 に接続される。

【0025】

次に、この温度制御装置による電子衝撃型加熱器の温度制御の方法について説明する。

まず予め加熱プレート 2 の昇温時の温度勾配に応じてエミッション電流調節計 17 により、昇温時に一定に維持するエミッション電流を設定しておく。また、温度調節計 16 により、加熱物の熱処理の目的に応じて、一定に維持すべき加熱プレート 2 の温度を予め設定しておく。

【0026】

フィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に電子加速電源 11 により一定の高電圧の加速電圧を印加すると共に、フィラメント加熱電源 10 によりフィラメント 9 に通電を開始すると、フィラメント 9 から熱電子が放出され、この熱電子が前記加速電圧により加速されて加熱プレート 2 の下面に衝突する。このため、電子衝撃により加熱プレート 2 が加熱される。同時に、フィラメント 9 と加熱プレー

ト 2 との間にエミッション電流が流れる。このとき、電子加速電源 11 により印加される加速電圧は一定とする。

【0027】

加熱プレート 2 の温度が、前記温度調節計 18 で予め設定された定常温度に達する前の加熱プレート 2 の昇温時は、エミッション電流調節計 17 が電力調整器 16 に接続されている。このエミッション電流調節計 17 は、加熱プレート 2 側とフィラメント 9 との間に流れるエミッション電流を測定しながら、そのエミッション電流が予め設定された値に維持されるように、電力調整器 16 に制御用の信号を出力し、この電力調整器 16 でフィラメント 9 に通電するフィラメント加熱電源 10 の電流と電圧を調整する。これにより、加熱プレート 2 の昇温時は加熱プレート 2 側とフィラメント 9 との間に流れるエミッション電流が一定の値に維持される。前述したように、電子加速電源 11 により印加される加速電圧は一定であり、エミッション電流も一定の値に維持される。このため、電子衝撃により加熱プレート 2 に与えられるエネルギーは一定であり、加熱プレート 2 は一定の温度勾配で昇温される。

【0028】

その後、加熱プレート 2 の温度が、前記温度調節計 18 で予め設定された定常温度に達すると、切替器 19 が動作し、その接点が切り替わり、温度調節計 18 が電力調整器 16 に接続される。この温度調節計 18 は、加熱プレート 2 の下面の温度を熱電対 12 により測定する温度測定器 14 から信号を得て、その加熱プレート 2 の温度が前述のようにして設定された定常温度に維持されるように、電力調整器 16 に制御用の信号を出力し、この電力調整器 16 でフィラメント 9 に通電するフィラメント加熱電源 10 の電流と電圧を調整する。これにより、加熱プレート 2 の温度が予め設定された定常温度に維持される。そして、温度測定器 14 で予め設定された時間が経過すると、フィラメント 9 と加熱プレート 2 との間への電子加速電源 11 からの通電が停止され、加熱プレート 2 が降温される。

【0029】

図 2 は加熱プレート 2 の加熱時の時間と温度の関係の例と、このときの温度制御のチャートを示している。

同図に示すように、加熱プレート 2 の加熱開始から予め設定された定常温度に至る昇温時は、エミッション電流を測定しながらこれを電力調整器 16 にフィードバックし、予め設定されたエミッション電流が一定になるようにフィラメント加熱電源 10 の電力を制御する。電子衝撃により加熱プレート 2 に加えられるエネルギーは、エミッション電流と加速電圧の積により決定されるため、この制御により、加熱プレート 2 の昇温時には、加熱プレート 2 に毎時一定の電子衝撃エネルギーが与えられることになる。

【0030】

他方、加熱プレート 2 が予め設定された定常温度に達した後は、加熱プレート 2 の温度を測定しながらこれを調整器 16 にフィードバックし、予め設定された定常温度が一定になるようにフィラメント加熱電源 10 の電力を制御する。これにより、加熱プレート 2 は予め設定された時間だけ予め設定された一定の温度を定常的に維持する。

【0031】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明による電子衝撃加熱器の温度制御装置と温度制御方法によれば、加熱プレート 2 の昇温時は、加熱プレート 2 に毎時一定の電子衝撃エネルギーを与え、安定して一定の温度勾配を得ることが出来る。また、加熱プレート 2 の温度が所定の温度に達した後は、加熱プレート 2 の温度が一定になるよう正確且つ安定して定常的に維持制御することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による電子衝撃加熱器とその温度制御装置の一実施形態を示すもので、電子衝撃加熱器の概略断面図と温度制御装置のブロック図とを組み合わせたものである。

【図 2】

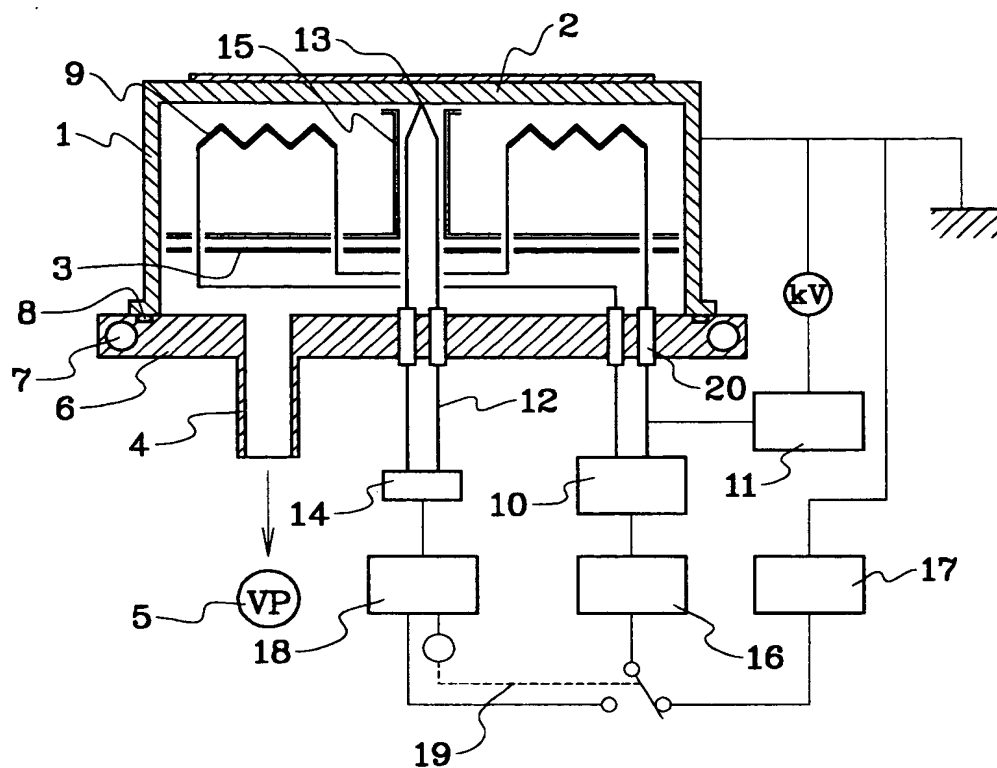
加熱プレートの加熱時の時間と温度の関係の例と、このときの温度制御のチャートを示すチャート付グラフである。

【符号の説明】

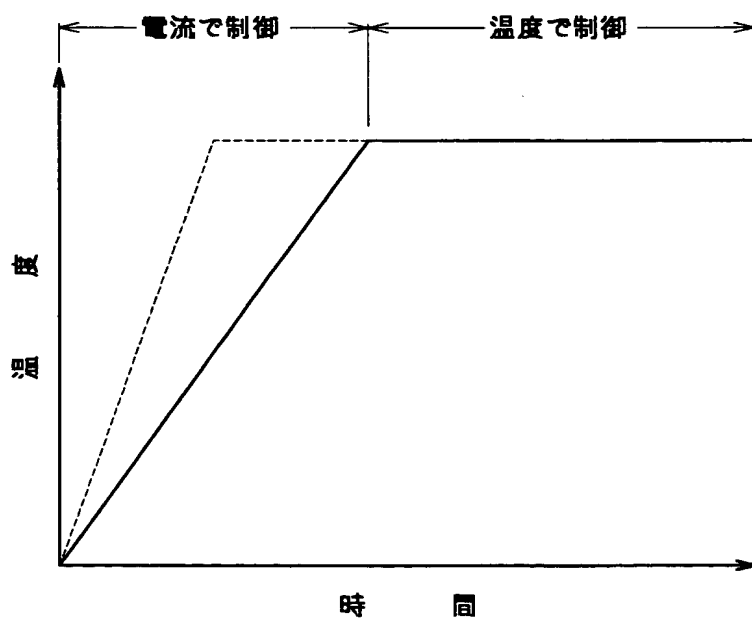
- 2 加熱プレート
- 9 フィラメント
- 1 6 電力調整器
- 1 7 エミッション電流調節計
- 1 8 温度調節計
- 1 9 切替器

【書類名】 図 面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度制御のしやすさと正確な温度制御の両立を図る。

【解決手段】 フィラメント 9 に供給するフィラメント電力を制御する電力調整器 16 を備え、加熱プレート 2 の昇温時は、エミッション電流調節計 17 によりフィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に流れるエミッション電流を測定しながら、前記電力調整器 16 によりエミッション電流が予め設定された所定の値になるように制御する。また、加熱プレート 2 の温度を測定しながら、その測定温度が予め設定された所定の温度に達した後は、温度調節計 18 により加熱プレート 2 の温度を測定しながら、電力調整器 16 により加熱プレート 2 の温度が前記の設定温度になるよう制御するものである。この場合に、切替器 19 は、前記温度調節計 18 により測定される温度測定値が設定温度に達したことにより切り替えられる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 3 1 3 2 2 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 7 6 8 1 1 0 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第四担当上席 0 0 9 3 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 5 月 2 0 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 5月 9日 |
|-------|-------------|

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 3 1 3 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 8 3 9 4 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県日立市滑川本町 3 丁目 1 9 番 5 号

氏 名

助川電気工業株式会社